



Quelles stratégies d'irrigation et de fertilisation pour réguler les populations de puceron vert en vergers de pêchers ?

Année de démarrage : 2015

Année de fin : 2019

Responsable scientifique

Marie-Odile Jordan, **INRAE PSH**
marie-odile.jordan@inrae.fr

Financement

Coût total du projet : 248 235 €
Subvention Écophyto : 90 000 €

Mots clés :

Pratique élémentaire alternative ; Modification de l'itinéraire technique ; Irrigation ; Fertilisation ; Vergers fruitiers ; *Prunus persica* ; *Myzus persicae* ; Composition des rameaux ; Développement des rameaux

Contexte et principaux objectifs

Les méthodes dites "bottom-up" qui permettent de contrôler les bio-agresseurs en modifiant la susceptibilité de la plante hôte sont peu documentées. Cette susceptibilité est liée à l'équilibre dynamique liant le développement et la composition des plantes, et peut être optimisé par des pratiques comme l'irrigation et la fertilisation. Néanmoins, l'effet de ces pratiques varie selon l'état initial de la plante (taille, forme et composition). Leur possible implémentation nécessite donc d'évaluer la variabilité de leurs effets en fonction des statuts trophique et hydrique des plantations. C'est l'enjeu de ce projet, portant sur la possibilité d'utiliser les pratiques d'irrigation et de fertilisation azotée pour limiter les infestations de pucerons verts en verger de pêcher.

Cet objectif implique :

- 1) D'identifier les traits spécifiques du fonctionnement de la plante auxquels le puceron est sensible
- 2) De caractériser les effets des pratiques d'irrigation et de fertilisation sur ces variables clés de l'interaction plante-bioagresseur et sur la production fruitière
- 3) De sélectionner parmi ces combinaisons de pratiques, celles qui semblent les plus adéquates

C'est cette démarche que nous avons suivie, en couplant expérimentation et modélisation.



Dégâts sur fruits en vergers de production.
Crédit photo : Alice Diot, INRAE

Principaux résultats et intérêts en lien avec le plan Écophyto

Le projet s'est déroulé en trois étapes :

- 1) Une expérimentation en conditions contrôlées pour identifier les principaux déterminants de la susceptibilité d'une plante
- 2) Une validation multicritères et pluriannuelle (2 ans) des résultats en verger commercial soumis à des infestations naturelles sévères
- 3) Un travail de modélisation : développement et simulation des effets à long terme des pratiques testées

Sur les arbres en pots, la sévérité d'infestation est liée positivement au développement des rameaux (feuilles, structures secondaires) et à la teneur en acides aminés et en carbone non structural des apex, et négativement à la teneur en polyphénols. Ces relations dépendent du statut hydrique et de la variété.

En verger, les arbres soumis à une limitation N (Azote) ont été capables, la première année, de maintenir leur potentiel de développement et de production en puisant dans leurs réserves. Cependant, ils ont été infestés plus tardivement et moins sévèrement. La seconde année, l'infestation était moins sévère sur les rameaux les moins poussants et les arbres limités en azote. À nouveau, les traitements n'ont eu aucun effet sur la production.

La réduction des apports N (Azote) permet donc de réduire la prévalence des infestations, mais il reste à définir la fréquence à laquelle les arbres doivent être correctement alimentés afin de pouvoir reconstituer leurs réserves. L'impact de l'irrigation dépend de l'environnement du verger : la survenue d'un stress hydrique est d'autant plus tardive que la pluviométrie hivernale est forte. Or, il n'est efficace que s'il est appliqué (même temporairement) en début d'infestation, et non à proximité du pic.

Les simulations réalisées avec les « modèles simples » montrent que la croissance est plus sensible à la fertilisation qu'à la présence du puceron. La production n'est affectée que la seconde année : la diminution de croissance des pousses liées à une infestation sévère réduit le nombre de fruits l'année (n+1) puisque ceux-ci sont produits par le bois d'un an. Cette baisse de production se stabilise au bout de 4 ans.

RegPuc a enfin permis d'intégrer à QualiTree (un modèle structure fonction), un module qui formalise l'absorption de l'azote à partir du compartiment sol, sa répartition entre les organes, et ses effets sur le développement et la croissance. C'était un préalable à l'adjonction du « module puceron » en cours de développement.

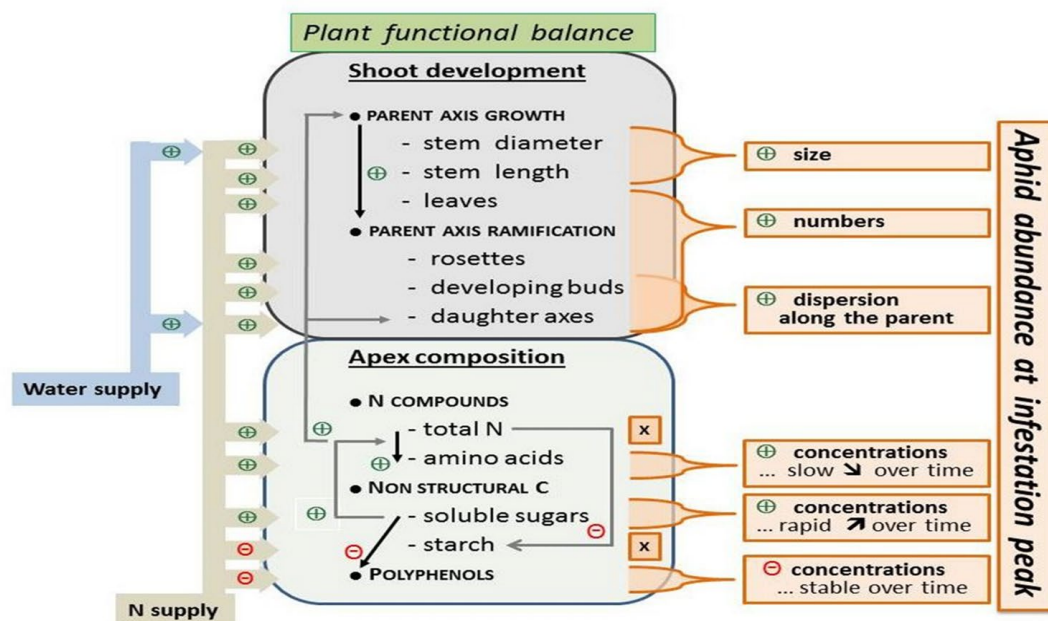


Figure 1: Structuration des interactions arbre-pucerons. L'impact des variables représentatives du développement (en gris clair) et de celles relatives à la composition (en vert pâle) sur les populations de pucerons sont figurées en orange. Il est positif si marqué ⊕ et négatif si marqué ⊖. L'interdépendance des « variables plantes » est indiquée par des flèches, noires si le résultat est issu du travail présenté ici, et gris clair s'il a été extrapolé de travaux antérieurs (Jordan et al. 2011). Les effets de l'irrigation et de la fertilisation sur les variables plantes sont détaillées sur la partie gauche du graphique. Crédit image : Marie-Odile Jordan, INRAE

Nos résultats confirment que les pratiques de fertilisation et d'irrigation peuvent être adaptées à un double objectif : la maximisation de la production et le contrôle des pucerons. Cependant, des études complémentaires doivent établir leurs conséquences à long terme (> à 2 ans) sur la durabilité et la productivité des vergers. Par ailleurs, d'autres pratiques comme la plantation de haies, la sélection de plantes couvre-sol, mobilisées concomitamment pourraient en augmenter l'efficacité, notamment en favorisant la prédation. De fait, les producteurs devraient avoir à leur disposition un ensemble de méthodes à implémenter en fonction de la spécificité de chaque verger. Ceux-ci sont plus ou moins sensibles aux pucerons en fonction de leur environnement qui détermine le nombre de fondatrices, et de l'état des arbres dont dépend le devenir des premières colonies. Or, aucune méthode de lutte alternative ne cible l'ensemble de ces aspects. Elles doivent donc être combinées pour atteindre le même degré d'efficacité que les pesticides. Les effets de ces combinaisons de méthodes n'ont été que peu étudiés.

Perspectives futures en termes de transfert ou de recherche

Transfert :

L'un des partenaires étant une association d'arboriculteurs, le transfert s'est fait en « temps réel » : présentation de l'état d'avancement du projet aux producteurs du réseau lors de journées thématiques, de visites de terrain (de l'essai) et de publications dans le bulletin du réseau. Il est enfin prévu, dès que les conditions sanitaires le permettront, de présenter les résultats finaux lors d'une présentation de synthèse aux producteurs du réseau et aux coordinations techniques des régions PACA et Languedoc-Roussillon. Enfin, une présentation plus courte du projet sera faite dans « La France Agricole » dans le cadre d'une collaboration entre ce journal et le GRCETA.

Recherche :

Les acquis de RegPuc ont permis au partenaire INRAE (unité PSH) de participer à APITree, un projet européen C-IPM portant sur la compréhension du choix par le puceron de son arbre hôte lors du vol de retour à l'automne. Ce projet a été l'occasion d'initier des collaborations avec les équipes de G. Alins (IRTA Lleida ESP) et L. Sigsgaard (Université de Copenhague, Suède).

De plus, INRAE PSH coordonne actuellement un projet PPR : CAP Zéro Phyto, pour lequel il s'agira de mettre en place une expérimentation longue durée (4 ans) en verger de pêcher, portant sur l'utilisation conjointe de différents leviers (fertilisation, irrigation, plantes couvre-sol et de service, stress mécaniques...) sur les interactions plantes pucerons.

Publications et colloques scientifiques :

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES :

- ▶ Ecological Modelling (n° 338, pp 11-16): **The consequences of aphid infestation on fruit production become evident in a multi-year perspective: Insights from a virtual experiment.** Bevacqua D. Grechi I. Génard M. Lescourret F. (2016)
- ▶ Agronomy for Sustainable Development (n° 38, pp 1-17): **Harnessing the aphid lifecycle to reduce insecticide reliance in apple and peach orchards: A review.** Rousselin A. Bevacqua D. Sauge M-H. Lescourret F. Moody K. Jordan M-O. (2017)
- ▶ Pest Management Science (n° 76, pp 797-806): **Chemical and growth traits of the peach tree may induce higher infestation rates of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sultzer).** Jordan M-O., Sauge M-H., Vercambre G. (2020)
- ▶ Journal of the royal society Interface (n°17: 20200356): **An eco-physiological model of plant-pest interactions: the role of nutrient and water availability.** Zaffaroni M., Cunniffe N. J., Bevacqua D (2020)

COLLOQUES SCIENTIFIQUES :

- ▶ International Crop Modelling Symposium: Crop Modelling for Agriculture and Food Security under Global Change (15-17/03/2016, Berlin, Germany): **Consequences of aphid infestation over fruit trees production: the peach tree-green aphid case.** Bevacqua D., Grechi I., Genard M., Lescourret F.
- ▶ 9th international conference on integrated protection of fruit crops, 4-8/09/2016, Tessaloniki (Greece). IOBC WPRS Bulletin, (n° 123, pp 79-85): **Combining irrigation, fertilization and pruning techniques helps control aphid populations in apple and peach orchards.** Jordan M-O. Rousselin A. Vercambre G. Sauge M-H.
- ▶ IIIrd International Symposium on Horticulture in Europe – SHE2016 (17-20/10/2016, Chania, Greece): **Modelling fruit plant-pest interactions, their control by cultivation practices and their link to fruit quality.** Lescourret F. Gibert C. Grechi I. Génard M. Bevacqua D.
- ▶ Journées du réseau BAPOA « Biologie Adaptative des Pucerons et Organismes Associés » (19-20/10/2017, Colmar, France) : **Variables écophysiological (croissance, architecture, composition biochimique) affectant l'attractivité du pêcher pour le puceron vert.** Jordan M-O. Rousselin A. Sauge M-H.
- ▶ 10th International Conference on Dynamical Systems Applied to Biology and Natural Sciences (DSABNS) (03-06/02/2019, Napoli, Italy): **A general eco-physiological framework to model the interactions between phloem feeder pests and plants.** Zaffaroni M., Bevacqua D.
- ▶ XXIX Congresso SItE. (10-12/09/2019, Ferrara Italy): **An eco-physiological model coupling plant growth and aphid population dynamics.** Bevacqua D., Cunniffe N., Zaffaroni M.
- ▶ 14th International Symposium « Ecology of Aphidophaga » (16-20/09/2019, Montreal, Canada): **Limiting irrigation and fertilisation enables to limit the aphid populations in commercial apple (*Malus domestica*) and peach (*Prunus persica*) orchards.** Jordan M-O., Drevet Giraud A., Vercambre G., Hucbourg B.
- ▶ The International Society for Ecological Modelling Global Conference (ISEM) (01-05/10/2019, Salzburg, Austria): **An agro-ecological model coupling plant growth and pest population: highlights on the role of fertilization and irrigation.** Zaffaroni M., Bevacqua D.

ARTICLES DE VALORISATION / VULGARISATION :

- ▶ Info CETA (n°5, mai 2017) : Pêcher : **quelles stratégies d'irrigation et de fertilisation pour réguler les populations de *Myzus persicae*.** Drevet Giraud A.

JOURNÉES TECHNIQUES - RÉSEAU DE PRODUCTEURS DU GR-CETA :

- ▶ Participation à 11 journées techniques (de 2015 à 2019): présentation de l'essai et des résultats.

COMMUNICATION LORS DE COORDINATIONS TECHNIQUES :

- ▶ 16-18/10/2019 : « **Rencontre CETA des techniciens** » (regroupant les membres de l'association CETA des Techniciens de la région Sud-Est) : présentation des résultats